

# JURNAL

## SAINS DAN TEKNOLOGI FT UKI

• ELEKTRO • MESIN • ARSITEKTUR • SIPIL •



An IRP Analysis Considering  $SO_2$  Emission Constraints In The Indonesian Power Sector

*Charles O.P. Marpaung*

Decomposing Total Changes In Emissions From the Indonesian Electricity Sector: An IRP Analysis

*Charles O.P. Marpaung*

Lingkungan Sebagai Aset Ekonomi dalam Pembangunan Berkelanjutan

*Mediana Uguy*

Estimasi Kesalahan pada Disain Alat Penukar Kalor Akibat Ketidaktelitian pada Sifat-sifat Fluida Kerja

*Priyono Atmadi*

Teknologi Bahan Kayu dalam Arsitektur

*James Rilatupa*

Pengaruh Perbesaran Ujung Tiang dengan Model Tiang Bawang terhadap Peningkatan Daya Dukung Pondasi pada Tanah Pasir halus

*Lolom Evalita Hutabarat*

Penerapan Algoritma Kohonen pada Sistem Jaringan Saraf Tiruan untuk Pengenalan Raut Wajah Manusia

*Lanny W. Panjaitan & Sese Novelia Kosim*

Kegagalan Material pada Perancangan Komponen Mekanis

*Arif Nurtjahjo*

The Cauchy-Crofton theorem: How is a curve length

*Gunter Teumer*

ISSN : 0853 - 9723

Thn. IX No. 17, Mei 1999

E  
M  
A  
S

## **SUSUNAN REDAKSI**

**Pimpinan Umum/Penanggungjawab :**  
Dekan Fakultas Teknik UKI

**Anggota :**  
Pembantu Dekan I, II, III FT UKI  
Ketua Jurusan Elektro, Mesin, Arsitektur,  
Sipil FT UKI

**Staf Ahli :**  
Prof. Dr. Ing. K. Tunggul Sirait  
Prof. Dr. Ir. Sularso, MSME.  
Prof. Dr. Ir. H. M. Surjono S., MSF.  
Prof. Dipl. Ing. Suwondo B.S.  
Dr. Ir. Wibowo Paryatmo, MSc.  
Dr. Ing. Ir. Uras Siahaan, lic. rer. reg.  
Atmonobudi Soebagio, Ph.D., MSEE.

**Redaktur Pelaksana :**

**Pimpinan Redaksi :**  
Ir. S.M. Doloksaribu, M. Ing.

**Sekretaris Redaksi :**  
Ir. Ika Bali, M. Eng.

**Anggota Redaksi :**  
Dr. Ir. Charles O.P. Marpaung, MS.  
Ir. Erikson Samosir, MT.  
Ir. Mediana Uguy, M.Si.  
Ir. Lolom Evalita Hutabarat, MT.

**Sekretaris :**  
Floura Latumeten, SH.  
Kemo Suharsoyo

**Korespondensi :**  
Sekretaris/Ka. Lab./Studio Jurusan Elektro,  
Mesin, Arsitektur, dan Sipil FT UKI

**Alamat Redaksi :**  
Fakultas Teknik UKI  
Jl. Mayjen Sutoyo, Cawang,  
Jakarta 13630

Telepon : (021) 809 2425  
Fax : 809 3948

**Nama Rekening :**  
Bank INA No. Rek : 70619.44001.81

ISSN : 0853 - 9723

TERBIT EMPAT KALI SETAHUN

## **EDITORIAL**

Pembaca yang budiman,

Kami kembali hadir di tengah-tengah pembaca melalui Edisi No. 24 ini.

Edisi ini kami persiapkan sambil mempersiapkan dan menunggu hasil akreditasi jurnal ini. Kami berharap akan ada peningkatan melalui proses akreditasi yang kami ikuti.

Edisi ini memuat 8 (delapan) tulisan masing-masing 1 (satu) mengenai peraturan masyarakat kota; 1 (satu) mengenai dunia arsitektur; 2 (dua) mengenai uji beban pada struktur beton dan pondasi tiang; 1 (satu) mengenai pendimensian saluran; 1 (satu) mengenai seleksi pengering (dryer); 1 (satu) mengenai pengurangan emisi CO<sub>2</sub> pada sektor tenaga listrik; 1 (satu) mengenai perancangan sistem pengamanan museum dengan kamera.

Selamat membaca.

Salam  
Redaksi

I S S N : 0853 - 9723

Thn. IX No. 17, Mei 1999

**JURNAL**

# **EMAS**

**SAINS DAN TEKNOLOGI FT UKI**  
• ELEKTRO • MESIN • ARSITEKTUR • SIPIL •



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
JAKARTA**

# **PENGARUH PERBESARAN UJUNG TIANG DENGAN MODEL TIANG BAWANG TERHADAP PENINGKATAN DAYA DUKUNG PONDASI PADA TANAH PASIR HALUS<sup>1</sup>**

*Lolom Evalita Hutabarat<sup>2</sup>*

## **ABSTRACT**

*Bulb pile, as an alternative, is a part of Franki pile and it has reliable strength to sustain pressure force as a result of the expansion of the bottom part of the pile. It is necessary to carry out a laboratory test to examine the strength of foundation of a straight-sided pile and of piles with different bulb diameters using the procedures of Standard Test Method for Pile Under Static Axial Compressive Load (ASTM) D1143-81. This research aims at finding out the effects of the size of bulb diameter on the resulting settlement until the limit of failure. Then, the test results are compared with Vesic formula result, for straight-sided, and with Meyerhof formula result for bulb pile. The experiment shows that as a result of adding the bulb with diameters 1.5, 2.0, and 2.5 as long as the diameter of the pile, the bearing capacity of Dr 40%, 55% and 75% will increase. The addition of bulb diameter as much as 50% to the pile diameter will increase the bearing capacity of about 40%. This is equivalent to decrease of soil density of as many as 20 points.*

## **ABSTRAK**

*Alternatif penggunaan tiang bawang yang merupakan bagian dari tiang Franki dapat meningkatkan daya dukung terhadap beban kerja pada tahanan ujung tiang karena adanya perbesaran berbentuk bawang di bagian ujung pondasi tiang. Untuk mengetahui faktor peningkatan daya dukung yang diberikan oleh tiang bawang tersebut perlu diadakan uji laboratorium terhadap model tiang dengan menggunakan prosedur uji berdasarkan ASTM D1143-81. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari ukuran diameter tiang bawang terhadap rasio peningkatan daya dukung tiang yang dinyatakan dalam grafik beban kerja vs penurunan saat terjadi keruntuhan tiang. Hasil yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis dengan menggunakan formula Vesic untuk tiang polos dan formula Meyerhof untuk tiang bawang. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan bawang sebesar 1.5, 2.0, dan 2.5 kali diameter di ujung bawah tiang pada tanah pasir dengan berbagai kepadatan (Dr 40%, 55% & 75%) akan memberikan peningkatan daya dukung sekitar 40% yang artinya sama dengan mengurangi kepadatan tanah sebanyak 20 point.*

1 Bagian dari Skripsi S1 Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

2 Dosen Jurusan Teknik Sipil FT-UKI, Jakarta.



## 1. PENDAHULUAN

Kondisi lahan di daerah lepas pantai atau reklamasi yang umumnya berupa lapisan tanah pasir lepas sampai sedang ditambah besarnya beban bangunan haruslah didukung oleh pondasi dalam atau dikenal dengan pondasi tiang yang memiliki kapasitas daya dukung yang cukup.

Pada tanah pasir, kapasitas daya dukung tiang ditentukan oleh tahanan ujung tiang tersebut sedangkan tahanan geser pada tiang relatif sangat kecil pengaruhnya bahkan hampir tidak ada karena pasir adalah jenis tanah non-kohesif. Karena itu untuk memperbesar kemampuan pondasi tiang menahan gaya tekan aksial sentris, alternatif yang digunakan antara lain dengan memperbesar atau memperluas penampang pada bagian ujung bawah tiang, yang lebih dikenal dengan nama tiang bawang (*bulb pile*).

Dalam tulisan ini akan dibahas korelasi antara peningkatan beban dengan penurunan tiang (*settlement*) guna mengetahui besarnya pengaruh ukuran diameter bawang dari tiang bawang terhadap peningkatan daya dukungnya dibandingkan dengan daya dukung tiang polos. Selain itu juga akan dibandingkan dengan kapasitas daya dukung tiang secara teoritis berdasarkan formula yang diberikan oleh Vesic untuk tiang polos dan formula yang diberikan oleh Meyerhof untuk tiang bawang.

## 2. PONDASI TIANG BAWANG

Tiang bawang merupakan bagian dari Franki pile dimana selimutnya terbuat dari baja dan bagian dalamnya diisi dengan

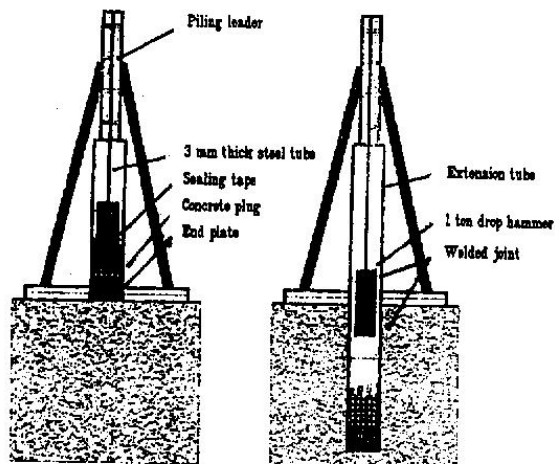
beton K-225, diameter tiang 40 cm dengan diameter bawang 80 cm dan tebal selimut baja 3 mm. Kedalaman tiang yang dapat dicapai untuk Indonesia sekitar 24 m. Cara pengerjaan di lapangan dengan pemancangan atau cor di tempat.

Beberapa keuntungan dari jenis pondasi ini adalah:

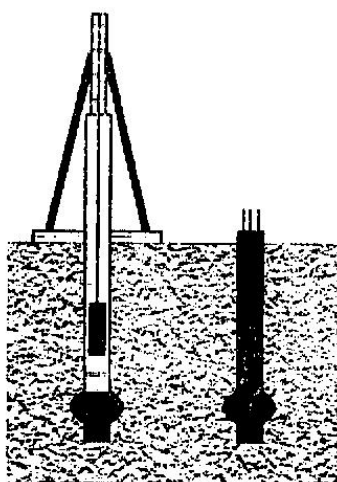
- a. Bagian bawang memberikan tahanan ujung yang lebih tinggi daripada tiang biasa.
- b. Pada tanah pasir, saat dilakukan pemukulan oleh palu (*hammer*) untuk menggembungkan bawang menyebabkan tanah di sekeliling bawang dan di bawahnya memadat, sehingga menambah tahanan ujung.
- c. Pada tanah lempung, saat menggembungkan bawang air dikeluarkan dari lempung dan diserap oleh beton kering di dalam bawang sehingga mengkonsolidasi dan memperkuat tanah lempung di sekitar bawang.
- d. Getaran yang ditimbulkan pada saat pemancangan lebih kecil.

Pelaksanaannya secara sederhana di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Pemancangan *casing* tiang menggunakan palu seberat 1 ton.
2. Pengisian *casing* dengan beton kering.
3. Proses penumbukan beton dengan palu untuk menggembungkan *casing* baja yang juga berfungsi sebagai selimut tiang.
4. Pembentukan konstruksi atas tiang yang meliputi pemasangan tulangan dan pengecoran bagian atas dari tiang.



Gambar 2.1. Proses 1 dan 2



Gambar 2.2. Proses 3 dan 4

### 3. DAYA DUKUNG TIANG TUNGGAL AKIBAT BEBAN TEKAN

Rumus umum Vesic:

$$Q = Q_p + Q_s + W$$

dimana:  $Q$  = beban maksimum yang dapat ditahan pondasi

$Q_p$  = tahanan ujung tiang (end bearing)

$Q_s$  = tahanan keliling tiang (skin friction)

$W$  = berat sendiri pondasi

Rumus untuk mencari tahanan ujung:

$$Q_p = A_p \cdot \sigma'_o \cdot N_{\sigma}^*$$

$$= A_p \left[ \frac{1+2k_0}{3} \cdot q' \right] \cdot N_{\sigma}^*$$

Rumus untuk mencari tahanan keliling:

$$Q_s = \Sigma (\Delta L) \cdot (a_s) \cdot (S_s)$$

$$= \Sigma (\Delta L) \cdot a_s \cdot K \cdot \sigma'_v \cdot \tan \phi$$

dimana:  $N_{\sigma}^* = f(I_{rr})$ ; lihat tabel

$I_{rr}$  = koreksi indeks kekakuan tanah

$$= \frac{I_r}{[1 + I_r \Delta]}$$

Untuk kondisi tanah pasir atau tanah lempung jenuh air,  $\Delta = 0$ , sehingga  $I_{rr} = I_r$

$$K = (0.5 + 0.008 Dr)$$

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Oleh Vesic dibuat suatu rekomendasi harga  $I_r$  dari berbagai jenis tanah sebagai berikut:

Jenis Tanah	$I_r$
pasir	70-150
lanau & lempung	50-100
lempung	100-200

### 4. DAYA DUKUNG PONDASI BAWANG

Rumus umum Meyerhof:

$$Q = Q_p + Q_s$$

dengan:

$$Q_p = A_p \cdot \sigma'_{vo} \cdot N_{\sigma}^*$$

dimana:  $Q_{p1} = A_{p1} \cdot \gamma \cdot d_1 \cdot N_q^*$

$$Q_{p2} = A_{p2} \cdot \gamma \cdot d_2 \cdot N_q^*$$

$$Q_s = \Sigma (\Delta L) \cdot (a_s) \cdot (S_s)$$

$$= \Sigma(\Delta L) \cdot a_s \cdot K \cdot \sigma_v$$

$$= \sum_i \int [L \cdot a_s \cdot K \cdot \gamma \cdot d] dL$$

$$= \Sigma \left[ \frac{1}{2} L^2 \cdot a_s \cdot K \cdot \gamma \cdot d \right]_i'$$

dimana:  $K = 0.5$  untuk pasir lepas

**= 1.0 untuk pasir padat**

$A_{s1}$  = keliling ujung tiang

$A_{s2}$  = keliling bawang

$d$  = kedalaman tiang

Karena pada daerah perbesaran tiang (bawang) tidak secara langsung, maka perhitungan daya dukung bawang harus dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0.5 dari hasil perhitungan ( $Q_{p2}$ ).

## 5. PENGARUH GEOMETRIS DARI BAWANG

### 5.1. Pengaruh Letak Dari Bawang

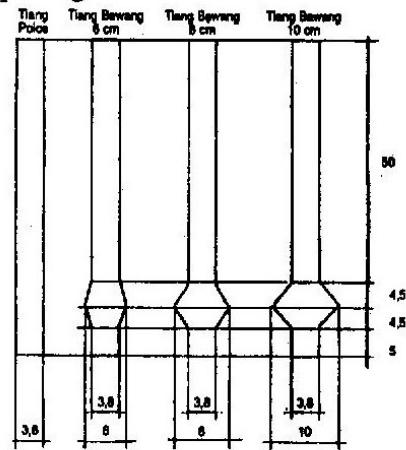
Dari rumus Meyerhof dapat dilihat bahwa untuk tanah pasir, makin dalam letak bawang makin besar pula tahanan kelilingnya ( $Q_s$ ) sehingga daya dukungnya juga bertambah. Menurut *Philadelphia Building Code 4-1710*, bawang diletakkan minimum pada kedalaman 10 ft dari permukaan tanah, daya dukung maksimum akan tercapai jika bawang diletakkan pada bagian dasar dari tiang.

## 5.2. Pengaruh Jumlah Dari Bawang

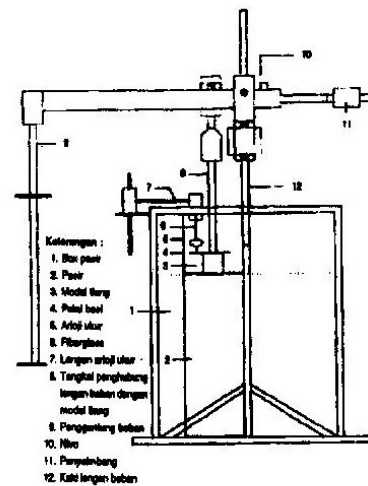
Penambahan bawang pada hakekat-

nya akan menambah daya dukung dari tiang, tetapi akan mempengaruhi kemudahan pelaksanaan di lapangan. Jumlah bawang dalam satu tiang sangat bergantung pada kondisi tanah dimana tiang tersebut akan dipasang, contohnya pada tanah lempung sebaiknya digunakan satu bawang saja karena akan sulit sekali pelaksanaannya untuk membuat lebih dari satu bawang.

Adapun model tiang dan alat uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti gambar dibawah:



**Gambar 5.1. Model Tiang**



**Gambar 5.2. Alat Uji Model Tiang**

## 6. ANALISA HASIL PENELITIAN

### 6.1. Pengujian Awal

Pengujian awal ini dilakukan untuk mengetahui data-data dari pasir yang digunakan, sebagaimana terlihat pada tabel berikut:

Gs	$\gamma_{maks}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{min}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Cu	Cc	W (%)
2.79	1.89	1.58	4.38	0.84	0.98

Tabel 6.1. Parameter tanah pasir

Sedangkan penentuan tinggi lapisan pasir dan elevasi tiang dengan menggunakan berat isi kering ( $\gamma_{dry}$ ) untuk setiap kepadatan relatif (Dr) yang diinginkan, sebagai berikut:

Dr (%)	$\gamma_{dry}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	T (cm)	t' (cm)	Wt (kg)
40	1.72	79.98	16	274.54
55	1.77	77.44	15.5	274.52
75	1.85	74.04	14.85	274.32

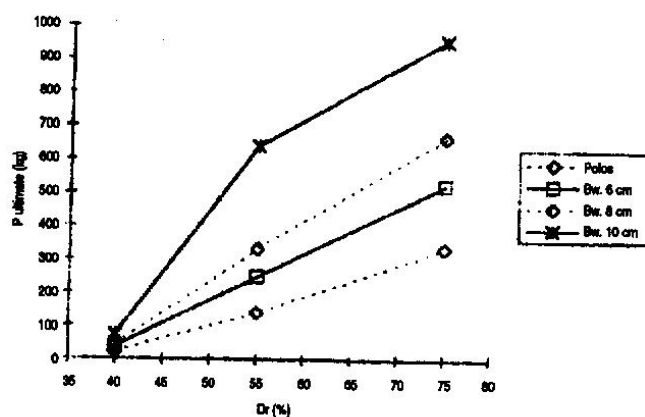
Tabel 6.2. Ketebalan tiap lapis pasir

### 6.2. Hasil Pengujian Tekan pada Model Tiang

Hasil uji tekan pada model tiang bawang dengan variasi beberapa perbesaran diameter yang kemudian dibandingkan dengan hasil uji tekan tiang polos berdasarkan hasil rumus dan hasil uji pada beberapa kepadatan tanah pasir dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah sebagai berikut:

Dr (%)	Qult (kg)							
	Tiang polos $\phi = 3.8$ cm		Tiang bawang $\phi = 6$ cm		Tiang bawang $\phi = 8$ cm		Tiang bawang $\phi = 10$ cm	
	Formula Vesic	Hasil uji	Formula Meyerhof	Hasil uji	Formula Meyerhof	Hasil uji	Formula Meyerhof	Hasil uji
40	73	22	139	37	178	43	243	73
55	103	140	211	250	270	334	365	644
75	164	336	372	526	468	669	639	960

Tabel 6.3. Qult berdasarkan formula dan hasil uji untuk tiang polos dan tiang bawang



Gambar 6.1. Grafik Dr vs Qult untuk semua tiang



Berdasarkan hasil percobaan, maka rasio kapasitas berdasarkan Qult dari hasil uji dapat dihitung, yaitu perbandingan antara Qult dari tiang

bawang dengan diameter tertentu dengan Qult dari tiang polos pada kepadatan pasir tertentu seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Dr (%)	Tiang polos $\phi = 3.8$ cm		Tiang bawang $\phi = 6$ cm		Tiang bawang $\phi = 8$ cm		Tiang bawang $\phi = 10$ cm	
	Qult (kg)	RK	Qult (kg)	RK	Qult (kg)	RK	Qult (kg)	RK
40	22	1	37	1.73	43	1.99	73	3.39
55	140	1	250	1.79	334	2.39	644	4.60
75	336	1	526	1.57	669	1.99	960	2.85
	Rata-rata	1	Rata-rata	1.70	Rata-rata	2.10	Rata-rata	3.60

Tabel 6.4. Rasio Kapasitas diameter bawang terhadap tiang polos

## 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1. Kesimpulan

- Terlihat peningkatan daya dukung yang cukup besar pada tiang pondasi dengan menggunakan bawang pada bagian bawahnya.
- Semakin besar diameter bawang yang digunakan maka semakin besar pula rasio kapasitas yang dihasilkan, tetapi perlu diingat bahwa jika diameter bawang terlalu besar akan menimbulkan momen pada tiang pondasi yang dapat mengakibatkan tiang patah.

### 7.2. Saran

- Keterbatasan dan kesederhanaan alat uji yang digunakan menyebabkan  $Q_{ult}$  yang dihitung berdasarkan teori dan yang terukur dari hasil uji memiliki perbedaan yang cukup besar, sehingga  $Q_{ult}$  yang terukur masih harus dikoreksi lagi terhadap *boundary condition* yang ada.

- Karena arloji ukur pada alat uji model tiang sangat peka terhadap getaran maka pengujian sebaiknya dilakukan dalam ruangan khusus yang bebas getaran.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Hutabarat, L.E. (1995), *Pengaruh Diameter Bawang pada Model Pondasi Tiang Bawang di Tanah Pasir Halus Akibat Gaya Tekan Sentris (Studi Laboratorium)*, Skripsi S1 UNPAR, Bandung.
2. Brahma, S.P. (1985), *Foundation Engineering*, Mc Graw Hill Publishing Co., New Delhi.
3. Franki, *Why Franki for Your Foundation*.
4. Sosrodarsono, Suyono, Nakazawa, Kazuto (1990), *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
5. Vesic, Alexander S. (1977), *Design of Pile Foundation*, Transportation Research Board, Washington D.C.